ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JUIN 1916.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce qu'en raison des fêtes de la Pentecôte la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mardi 13 juin au lieu du lundi 12.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la dévitrification du cristal.* Note de M. **Henry Le Chatelier**.

M. le lieutenant Aubry, sous-directeur des usines de Baccarat, me signalait, il y a quelque temps, un cas extrêmement curieux de dévitrification du cristal. Jusqu'ici, la cristallisation des verres par recuit prolongé n'avait été observée que dans les verres calcaires. Il se forme alors le silicate monocalcique SiO^2CaO qui, suivant les cas, se présente sous l'une ou sous l'autre de ses deux variétés dimorphiques : en lamelles hexagonales de pseudo-wollastonite, dans les verres très calcaires qui commencent à cristalliser à haute température, et en fines aiguilles de wollastonite ordinaire, par recuit aux températures inférieures à 1000°. On n'avait pas encore signalé la dévitrification du cristal, verre exempt de chaux.

Sur ma demande, M. Bardinet, directeur des usines, voulut bien m'envoyer quelques échantillons et me donner des détails sur les conditions de production de ce nouveau phénomène. Les renseignements suivants sont empruntés à la Note qu'il m'a remise.

On fabrique, dans les usines de Baccarat, deux variétés de cristal : le cristal normal à base de potasse, destiné à la confection de tous les articles de luxe, et une seconde variété, dite *quinquet*, servant pour la confection des appareils d'éclairage. La composition des mélanges soumis à la fusion

pour obtenir ces deux sortes de produits est la suivante :

	Cristal.	Quinquet.
	kg	kg
Sable de Fontainebleau	300	300
Bicarbonate de soude Solvay	»	76
Carbonate de potasse à 20 pour 100 d'eau.	97	14
Minium	200	200
Nitrate de potasse	3	4
Acide arsénieux	1	4
Os calcinés	0,5	»
Groisil	1500	2500

La dévitrification a été observée seulement avec la seconde variété, dite *quinquet ;* il ne s'est rien produit dans le cristal proprement dit, bien qu'il ait été soumis aux mêmes conditions.

Les Allemands commencèrent le bombardement de l'usine le 24 août 1914. Les fours cependant n'eurent pas trop à souffrir parce que les projectiles éclataient en traversant la toiture. Le lendemain, on se battit dans l'usine dont une partie fut incendiée. A partir de ce moment la fabrication fut arrêtée; mais les fours ne furent pas complètement éteints; on espérait toujours pouvoir les remettre rapidement en marche. La consommation de combustible fut réduite au tiers de sa valeur normale et la température des pots tomba aux environs de 800°. Au moment de l'arrêt du travail, le cristal en cours de fabrication était déjà complètement fondu et porté à la température de 1350°.

Les choses restèrent en l'état pendant 20 jours. Le 15 septembre les Allemands évacuèrent l'usine. L'examen des bâtiments et de la toiture montra qu'il n'était pas possible de reprendre immédiatement le travail, comme on l'avait espéré, et l'on se décida à laisser éteindre le four.

Lorsqu'on brisa les creusets refroidis, on trouva au fond de ceux qui renfermaient la composition « quinquet », des cristaux feutrés ayant la forme de lamelles hexagonales très minces. A la partie supérieure, la masse vitreuse était restée transparente, mais tenait en suspension des cristaux les uns isolés, sous formes de petites lamelles ne dépassant pas 5^{mm}, les autres beaucoup plus volumineux, ayant parfois jusqu'à 20^{mm} de diamètre groupés ensemble de façon à former des sphérolithes plus ou moins réguliers.

Ces cristaux sont constitués par de la silice sous l'une de ses variétés à faible densité, la tridymite. C'est le premier exemple précis d'une cristallisation de silice dans la dévitrification d'un verre. On savait bien que les

silicates plombeux riches en silice, renfermant par exemple plus de trois molécules de silice pour une d'oxyde, donnent par fusion une masse blanche porcelanique, ayant l'aspect d'un verre dévitrifié. J'avais essayé à plusieurs reprises d'obtenir par ce procédé la cristallisation de la silice à faible densité; mais je n'avais réussi à préparer ainsi que des cristaux trop petits pour se prêter à une identification certaine.

Cette observation relative à la cristallisation de la tridymite vers la température de 800°, dans des conditions de durée de chauffage qui ont dû permettre d'arriver à un état d'équilibre, semble indiquer que cette variété de silice devient stable dès qu'on a dépassé la température à laquelle le quartz peut subsister. Par conséquent la cristobalite serait à toute température une variété métastable de la silice, on ne pourrait l'obtenir qu'en cours de transformation incomplète. Cela expliquerait son peu d'abondance dans la nature et, en même temps, la facilité avec laquelle on l'obtient par la dévitrification rapide de la silice fondue.

MICROBIOLOGIE PATHOGÉNIQUE ET HYGIÈNE SOCIALE. — *Le docteur Lucien Jacquet et la tuberculose du personnel des débits de vin dans le milieu parisien. Importantes conséquences hygiéniques des faits nouveaux consignés dans cette étude*. Note de M. A. **Chauveau**.

L'effroyable fléau de l'alcoolisme a rencontré dans les frères Louis et Lucien Jacquet deux redoutables adversaires, envers lesquels l'hygiène sociale a contracté une grosse dette de reconnaissance. En 1912, Louis Jacquet, ingénieur des arts et manufactures, publiait un livre admirablement documenté, qui constitue le plus virulent et le plus efficace des réquisitoires qui aient été lancés contre les méfaits de l'alcool. Et Lucien Jacquet, médecin tout particulièrement éclairé sur les questions de morbidité et de mortalité, était associé aux mérites de son frère, dans la préface consacrée, par le Dr Georges Clémenceau, à l'éloge de l'auteur du beau livre : L'ALCOOL. *Étude économique générale. Ses rapports avec l'agriculture, l'industrie, le commerce, la législation, l'impôt, l'hygiène individuelle et sociale* (1).

---

(1) Édité par la Librairie Masson, 120, boulevard Saint-Germain.

Dès la première page de cette préface, qui emprunte à la qualité de son auteur la plus haute autorité, on lit, en effet, ce qui suit :

Il est définitivement acquis que l'alcool, à la dose où un trop grand nombre de nos contemporains ont l'habitude de l'ingérer, EST UN POISON : *un poison destructeur de l'énergie humaine et, par là, de toute société.*

« *L'alcool, observe l'auteur du présent Ouvrage, exerce ses ravages dans la population ouvrière qui absorbe environ les $\frac{4}{5}$ de l'alcool livré à la consommation, et, dans ce milieu social, il devient* UN FACTEUR IMPORTANT DE LA TUBERCULOSE, DE LA CRIMINALITÉ, DE LA FOLIE ET DE LA MORTALITÉ. »

Et le Dr Lucien Jacquet, médecin de l'hôpital Saint-Antoine : « *L'alcoolisation,* TOUTES CHOSES ÉGALES D'AILLEURS, *augmente la morbidité et la mortalité totales en des proportions énormes.... L'alcool est le grand pourvoyeur de la souffrance et de la misère humaines : l'alcool est un des facteurs souverains de la douleur mondiale.* »

A l'avance, j'acquiesçais à cette dure condamnation de l'alcool, et l'auteur du Livre le savait bien. Il y cite, en effet, en traitant la question de l'*alcool-aliment*, mes expériences sur la substitution de l'alcool aux sources habituelles de l'énergie nécessaire à l'accomplissement du travail mécanique des muscles : expériences dont les désastreux résultats ont fait de moi l'un des ennemis les plus acharnés de l'*alcool-aliment*. A cette occasion, M. Louis Jacquet a bien eu soin de mettre en relief la protestation d'Atwater contre la signification *indue* que les partisans de l'*alcool-aliment* voulaient donner à ses expériences. Atwater m'avait, du reste, transmis directement sa protestation. Il connaissait très bien, pour l'avoir vu fonctionner, le calorimètre qui avait servi à mes études de substitutions alimentaires chez le chien qui travaille. Et, pour se rendre plus intimement compte du mécanisme de mon instrumentation, il avait tenu à travailler lui-même dans celui de mes calorimètres qui est destiné aux études sur l'homme.

Mais c'est de l'*alcool-poison* qu'il s'agit en la présente circonstance : *alcool-poison* qui, à ses méfaits propres, ajouterait celui d'être un *créateur de tuberculose*. A l'époque où M. Clémenceau écrivait sa remarquable Préface du Livre de M. Louis Jacquet, c'est-à-dire en 1912, mes expériences de 1868, prouvant qu'aucun bovin, si florissant que soit son état de santé, si parfaites les conditions hygiéniques de son existence, n'échappe à l'infection tuberculeuse effectuée par la voie digestive, n'avaient pas encore été rappelées devant l'Académie de Médecine. Ces expériences y étaient pour ainsi dire oubliées. On y considérait généralement les sujets sains et

vigoureux comme étant naturellement réfractaires à l'infection tuberculeuse. La contagion, pensait-on couramment, n'avait de prise que sur les sujets mis en état de misère physiologique par une mauvaise hygiène et surtout par l'alcoolisation. Je n'ai pas à revenir ici sur le sensationnel rappel qui fut fait de ces expériences.

Lucien Jacquet, qui avait dénoncé la fréquence de la tuberculose chez le personnel des débits de vin parisiens, personnel préparé, selon lui, à cette infection par l'alcoolisme, ne put, en sa qualité de spécialiste averti, qu'être frappé de l'importance des documents contraires à sa thèse signalés dans ce rappel à l'Académie de Médecine. Mais il fut surtout impressionné par les trois communications que je fis ensuite à l'Académie des Sciences, d'abord en 1913, le 22 septembre ([1]), et le 6 octobre ([2]), puis en 1914, le 14 novembre ([3]).

Après cette dernière Communication, Lucien Jacquet, qui m'avait prié de lui faire parvenir toutes les indications bibliographiques relatives à mes expériences de 1868, me faisait la gracieuseté de m'adresser la lettre suivante, en réponse à l'envoi d'un exemplaire longuement annoté de mes titres scientifiques :

Monsieur et éminent Maître,

Je mettrai demain sous pli recommandé, à votre adresse, l'exposé de titres que vous m'avez fait l'honneur de me confier. Permettez-moi, en vous remerciant bien vivement, de vous exprimer mon admiration pour cette magnifique moisson de découvertes et de travaux.

Je vous serai bien reconnaissant de me faire parvenir l'exemplaire de remplacement promis pour moi à mon ami Léauté. Je compte, en effet, lire dans le texte original toutes vos expériences sur la tuberculose. Mais dès maintenant il est avéré pour moi, de par vos recherches, que chez les bovins, *et très certainement aussi*

([1]) A. Chauveau, *Comparaison des organismes vigoureux et des organismes débiles, au point de vue de leur aptitude à cultiver les microbes virulents* (*Comptes rendus*, t. 157, p. 477).

([2]) A. Chauveau, *Peut-il exister une différence entre l'espèce humaine et l'espèce bovine, au point de vue de l'aptitude innée ou spécifique à recevoir et à cultiver le microbe de la tuberculose ?* (*Comptes rendus*, t. 157, p. 524).

([3]) A. Chauveau, *Sur la moindre résistance des organismes débiles à l'action destructive du germe tuberculeux* (*Comptes rendus*, t. 159, p. 670).

De ces trois Notes, c'est la seconde qui fournit les enseignements les plus significatifs. Ils éclairent vivement la genèse de la tuberculose dans l'espèce humaine et donnent les plus importantes indications pour le succès de la lutte antituberculeuse.

chez l'homme, le bacille de Koch peut, en certaines conditions, atteindre et ruiner les plus beaux organismes.

Dans quelques mois, j'espère, j'aurai l'occasion de confronter vos résultats avec ceux d'où découle de façon non moins sûre la fréquence de la tuberculose sur terrain alcoolisé, et de montrer qu'il n'y a, entre ces deux ordres de notions, nulle opposition, nulle incompatibilité, bien au contraire. Il faudra, dans la lutte antituberculeuse qui s'impose, tenir également compte de ces deux données, comme aussi d'ailleurs de certaines autres, car plus on étudie la question, plus, ainsi que toute autre, elle apparaît complexe.

Veuillez agréer, etc.

JACQUET.

Très malheureusement, l'auteur de cette lettre succombait fort peu de temps après son envoi. Il n'a donc pu se livrer à la confrontation qu'il avait projetée. Je suis aux regrets de l'avoir laissé s'éteindre sans qu'il ait été initié aux faits extrêmement précis, depuis longtemps en ma possession, qui éclairent d'un jour nouveau la question de la tuberculose du personnel des débits de vin pasisiens.

Cette question, au lieu de se compliquer, comme le présumait Lucien Jacquet, se simplifie de la plus remarquable manière. Il en résulte d'importantes conséquences, au point de vue de l'hygiène sociale, dans la charge qui lui incombe d'organiser la lutte contre l'alcoolisme et la tuberculose.

J'ai l'impérieux devoir de signaler cette simplification au public, au moment où les pouvoirs publics se préparent à codifier les mesures propres à supprimer l'alcoolisme et la misère physiologique qu'il entraîne.

Expliquons-nous, en mettant de suite en présence la conclusion première de Lucien Jacquet et celle que les faits nouveaux auxquels il vient d'être fait allusion m'imposent l'obligation d'y substituer.

Lucien Jacquet, dans son réquisitoire primitif, incrimine en premier lieu les déplorables conditions hygiéniques des étroits logements des ouvriers. Aux heures du repos, ils se hâtent de fuir ces tristes abris, pour se réfugier au cabaret, ce *salon du pauvre* (selon la qualification même de Lucien Jacquet), où ils trouvent rassemblés et agrémentés de leurs plus funestes attraits tous les éléments de l'empoisonnement alcoolique, prélude nécessaire, si l'on en croyait mon très honorable correspondant, de l'infection tuberculeuse observée chez les exploitants des *Alcool-Palaces*.

Or, ces prétendus lieux de délices, recherchés par les ouvriers, se trouvent infiniment plus malsains que les bouges où, sous prétexte de se procurer un repos plus réconfortant, ils abandonnent leur famille (quand

ils ne l'entraînent pas avec eux!). En effet, l'*Alcool-Palace* n'attire pas que les sujets bien portants. Ceux qui sont tarés physiquement, surtout les tuberculeux, y foisonnent. L'homme vigoureux n'a pas besoin de s'y alcooliser pour devenir tuberculeux. Il n'a qu'à se laisser vivre dans ce milieu contaminé, où certains de ses compagnons, touchés par la maladie, abandonnent autour d'eux, dans l'air, sur le sol, les meubles, la vaisselle, etc., leurs dangereux germes infectants.

Et, s'il en est ainsi, la constatation de la tuberculose sur le personnel des débits de vin ne saurait être considérée comme un infaillible témoignage de son alcoolisation préparatoire, ce personnel, en effet, pouvant s'infecter en restant dans un état d'impeccable sobriété. J'ai eu l'occasion d'en constater d'exceptionnels mais bien remarquables exemples. Pour le moment, je n'en citerai que deux, observées dans des conditions tout à fait particulières, garantissant que les sujets qui ont fourni ces exemples étaient à l'abri du plus léger soupçon d'intoxication alcoolique.

Observations. — Les deux exemples que j'ai à produire ont été constatés dans un débit bien achalandé, tenu par un allié de ma parenté, que j'ai pu suivre de très près pendant plusieurs années, dans l'exercice de sa profession. Il était issu d'une bonne famille de marchands de vins de la province, en détail et en gros, où la sobriété était de règle, parce que l'usage immodéré des boissons alcooliques affaiblit singulièrement la finesse du goût et trouble de façon fâcheuse l'exercice si important, pour un marchand de vins, de son rôle de dégustateur. Notre homme avait hérité de cette précieuse qualité. Jamais il ne buvait avec le client, et, aux repas de la famille, il ne dépassait jamais la quantité de vin, extrêmement modérée, qu'il avait adoptée pour sa consommation habituelle. C'était la réalisation d'une hygiène absolument exemplaire. Je n'en eus pas moins le grand chagrin de voir ce modèle contracter des lésions tuberculeuses graves, dans les deux poumons, dépérir lentement et ensuite s'éteindre avec une rapidité inattendue.

Cette histoire se répète, à peu de chose près, dans celle du deuxième sujet, employé du premier : un superbe jeune homme, envoyé à Paris par son père, commerçant en gros de la province, pour s'initier à toutes les particularités du commerce du détail. Reçu et traité dans le débit comme l'enfant de la maison, suivant en tous points l'exemple de son patron, il donnait au même degré que lui l'impression d'une sécurité absolue, au point de vue de l'usage des boissons capables de provoquer l'empoisonnement alcoolique. Cette parfaite sobriété ne l'empêcha pas d'avoir, au bout d'un temps assez court, l'un de ses sommets pulmonaires envahi par des lésions tuberculeuses peu étendues, mais nettement caractérisées, qui le firent rappeler auprès de ses parents.

Ainsi dans les débits de vin, SALONS DU PAUVRE, *où les clients malades sèment*

d'abondants germes tuberculeux, les sujets sains qui veulent et savent se soustraire à l'intoxication alcoolique s'infectent tout aussi bien que les malheureux qu'elle a profondément débilités.

La thèse qui posait en principe la nécessité de cette débilitation, pour la réalisation de l'infection tuberculeuse, n'est donc plus soutenable.

Ce qui persiste des acquisitions relatives à l'influence néfaste qu'exerce l'alcoolisation sur les ravages de la tuberculose, c'est la démonstration de la plus grande fragilité des tuberculeux alcooliques ([1]). *Il reste établi que la tuberculose née sur les organismes débilités par l'empoisonnement alcoolique présente toujours des caractères particuliers de gravité, en raison de l'état de moindre résistance à l'action destructive de la maladie, imposé à ces organismes par l'alcoolisation.*

Conclusions au profit de l'hygiène sociale. — Pour conclure, proclamons hautement que les faits qui viennent d'être exposés détruisent définitivement la légende d'une tuberculisation qui serait préparée par l'empoisonnement alcoolique. « *La fréquence de la tuberculose sur terrain alcoolisé* », dont se réclamait Lucien Jacquet, est indéniable. Mais l'interprétation qu'il en a donnée manque d'exactitude. En effet, que le personnel des débits de vin parisiens soit ou ne soit pas alcoolisé, il encourt les mêmes risques de devenir tuberculeux, dans les locaux infectés par les porteurs de bacilles qu'attirent ces débits.

Cette proposition a pu être établie grâce à la constatation des cas, présentement signalés, dans le personnel d'un débit de vin, sur des sujets restés constamment à l'abri de toute intoxication alcoolique. Il est étonnant que Lucien Jacquet n'ait rencontré aucun cas de même nature. Peut-être son attention était-elle instinctivement détournée de l'examen de la question de l'existence possible de ces cas. Peut-être aussi ne s'est-il jamais trouvé en présence d'un fait assez net pour permettre d'affirmer, sans la moindre hésitation, que la tuberculose rencontrée chez le personnel d'un débit s'était développée sur un terrain absolument indemne de toute alcoolisation préparatoire. Ne sait-on pas, en effet, qu'en pareil cas, l'observation

---

([1]) Voir la Note : *Sur la moindre résistance des organismes débiles à l'action destructive des germes tuberculeux* (*Comptes rendus*, t. 159, 1914, p. 670).

C'est en 1913 que j'ai signalé cette question, pour la première fois, au cours de mon intervention dans la discussion sur la déclaration obligatoire de la tuberculose, à l'Académie de Médecine.

clinique a bien de la peine à se renseigner exactement sur les antécédents des sujets observés, quand ils ne sont pas depuis longtemps connus de l'observateur?

De nouveaux faits, sans doute, n'eussent pas été sans intérêt. Mais la proposition établie sur les miens n'a nullement besoin d'être contrôlée, tant sont précises les indications qu'ils fournissent. Le contrôle ici apparaît comme si négligeable qu'on se sent pleinement autorisé à donner de suite à ladite proposition cette autre forme, à la fois plus simple, plus nette, plus significative : *La transmission de la tuberculose*, DANS LES SALONS DU PAUVRE, *où abondent les germes de la maladie, est complètement indépendante de toute action préparatoire de l'*ALCOOL-POISON.

*La conséquence de cette indépendance, au point de vue de l'hygiène, surtout l'*HYGIÈNE SOCIALE, *c'est qu'il faut renoncer à réaliser la* LUTTE ANTITUBERCULEUSE *avec la seule institution de la* LUTTE ANTIALCOOLIQUE. *Elles doivent, à l'occasion s'ajouter l'une à l'autre, chacune fonctionnant avec ses moyens propres. La guerre aux germes infectants et aux porteurs de germes constitue, en somme, le seul moyen de défendre contre eux les individus bien portants : règle générale à laquelle il faut bien se garder de manquer, si l'on veut faire profiter l'hygiène sociale des enseignements des sciences microbiologiques.*

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Comparaison, au point de vue de la portée, des signaux lumineux brefs produits, au moyen d'un appareil rotatif, par des sources de lumière donnant des durées d'impression différentes. Conditions d'efficacité maxima du flux lumineux utilisé.* Note [1] de MM. **André Blondel** et **J. Rey**.

Nous avons établi, il y a quelques années, la loi qui détermine la portée des lumières brèves [2]. Cette loi n'est pas une loi de sensation, mais une loi régissant les quantités d'éclairement (produits de l'éclairement E par sa durée t) nécessaires pour obtenir le seuil de la sensation visuelle d'un point lumineux. Elle s'écrit sous les formes suivantes équivalentes :

$$Et = E_0 t + K \qquad (E_0 \text{ et } K \text{ étant des constantes}) \tag{1}$$

---

[1] Séance du 29 mai 1916.

[2] Cf. A. Blondel et J. Rey, *Sur la perception des lumières brèves à la limite de leur portée* (*Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 54), et un Mémoire plus détaillé (*Journal de Physique*, juillet-août 1911).

ou

$$(2) \qquad Et = E_0(t + a) \qquad (a \text{ étant une constante de temps})$$

au lieu de l'ancienne loi de Bloch $Et = K$.

M. J.-L. Hoorweg [1] a signalé que notre loi (1) est exactement de la même forme que la loi du seuil de l'excitation des muscles suivant la quantité d'électricité d'une décharge électrique [2]. Il semble donc qu'il s'agisse là d'un cas particulier d'une loi plus générale, applicable au système nerveux de l'homme et dont les constantes seules doivent différer suivant la nature de la sensation. Elle doit s'appliquer aussi au seuil de l'audition, mais le temps maximum d'addition doit être bien plus court pour les sensations auditives que pour les sensations visuelles, puisque l'oreille sépare des sons distants de bien moins de $\frac{1}{1000}$ de seconde, tandis que l'œil sépare difficilement des lumières faibles distantes de moins de $\frac{5}{10}$ de seconde.

Les expériences suivantes ont été réalisées pour montrer qu'à flux égal (Et constant), les signaux les plus longs sont les plus efficaces.

Expériences faites en laboratoire (méthode de M. A. Blondel). — L'appareil décrit dans une précédente Note [3] nous a permis de réaliser des éclats de flux lumineux égaux et dont les durées pouvaient varier de 0,5 à 1,6 seconde quand l'appareil fait un tour en 30 secondes, et de 0,015 à 0,52 seconde quand l'appareil fait un tour en 10 secondes. Les essais ont été faits par les procédés et avec les précautions indiquées dans une précédente Note et, malgré le faible degré de précision dans les mesures du seuil de la vision ponctuelle, on a pu obtenir des résultats parfaitement probants [4] :

1° Si l'on place un verre affaiblisseur assez peu teinté pour continuer à voir tous les éclats facilement, c'est-à-dire de façon que le plus faible dépasse légèrement le seuil de la sensation, tous les expérimentateurs exercés, ou non, constatent aisément que leur intensité apparente va en croissant, d'autant plus que leur durée est plus courte. Cet effet est si

---

(1) Hoorweg, *Sur la perception des lumières brèves* (*Journal de Physique*, 5e série, t. 2, mars 1912, p. 177).

(2) Cette dernière loi résulte des travaux de MM. Hoorweg, J. Weiss, Cluset, Lapicque, Doumer, etc.

(3) Cf. *Comptes rendus*, t. 168, 1916, p. 587.

(4) Les expériences ont été faites par six expérimentateurs avec l'assistance de M. Touly; les séries les plus concordantes ont été celles de M. Blondel.

franchement marqué qu'il met hors de conteste la supériorité des éclats brefs sur les éclats longs contenant même flux; cela est très sensible en particulier, quand on compare des éclats longs de $\frac{1}{200}$ de seconde à 2 secondes; quand on renforce l'intensité de la source ponctuelle, la supériorité des éclats très brefs est plus accusée encore [1].

2° Tous les observateurs constatent également que les éclats durant 0,5 seconde et au-dessous présentent le même aspect instantané, tandis que pour les éclats d'une durée plus longue, et surtout à partir d'une seconde et au delà, on a une sensation de durée, surtout si l'intensité dépasse notablement le seuil de la sensation. Au voisinage du seuil de la sensation, on ne sent pas une différence de durée appréciable entre les éclats de $\frac{1}{200}$ de seconde et ceux de 0,5 seconde. Dans ces limites, il n'y a donc pas d'avantage à allonger la durée de l'éclat.

3° Les points obtenus par un expérimentateur exercé, en ramenant successivement au seuil de la sensation les éclats de durée décroissante, se placent sur l'épure sensiblement au voisinage d'une droite, conformément à la formule (1) et avec des écarts relatifs d'autant plus faibles en général que les éclats sont plus brefs [2].

Voici à titre d'exemple comment se présente une série de lectures ainsi effectuées [3], puis transformées en les rapportant, comme unités, à l'éclairement E_1 donnant le seuil de la sensation pour $t_1 = 0,1$ seconde. Les points se groupent autour d'une droite représentant une loi théorique de la forme

$$E t = E_0(0,17 + t). \tag{2}$$

---

(1) Cela s'explique facilement par le fait qu'aux fortes intensités, tous les éclats durant $\frac{1}{10}$ de seconde et au delà étant perçus avec leurs *intensités* absolues, les intensités qui correspondent à l'égalité de flux se classeront en proportion inverse des durées; l'éclat de 1 seconde sera alors 10 fois plus intense que l'éclat de $\frac{1}{10}$ de seconde. Les efficacités varient donc plus vite que dans le Tableau ci-après.

(2) Ce fait s'explique facilement par la mobilité de l'œil dans l'obscurité; comme nous l'avons signalé dans notre travail de 1911, *Journal de Physique* (*loc. cit.*), d'après une remarque de M. Georges Guy, cette mobilité fait que, plus le flux lumineux est concentré dans une courte durée, plus son action sur la rétine se trouve localisée et par conséquent plus l'effet produit se rapproche de son maximum d'efficacité. Les résultats des présentes expériences confirment l'importance de cette considération.

(3) On a déterminé les valeurs Et simplement en valeurs relatives quelconques, car la connaissance de la constante E_0 en valeur absolue n'a pas d'intérêt dans le cas présent.

D'où le rapport, que nous appellerons *coefficient de majoration* [1] :

$$M = \frac{E t}{E_1 t_1} = \frac{0,17 + t}{0,27}$$

(quatrième colonne du Tableau I).

TABLEAU I.

Durée t.	$E t$.	$E_1 t_1$.	Coefficient de majoration $M = \left(\frac{E t}{E_1 t_1}\right)$.	Valeur théorique.	Coefficient A d'efficacité du flux.	Erreur relative en pour 100.
0,909....	2,32	»	4,64	4,05	0,25	+14,5
0,681....	1,37	»	2,74	3,10	0,32	−11
0,386....	1,00	»	2,00	2,02	0,50	− 2,4
0,226....	0,73	»	1,45	1,45	0,69	0
0,113....	0,51	»	1,02	1,05	0,95	− 2,8

Si la loi était celle de Bloch, les chiffres de la quatrième colonne seraient tous voisins de 1,00; l'expérience est donc un *experimentum crucis* contre cette loi.

4° La constante caractéristique a, qui figure dans la relation $\frac{E}{E_0} t = a + t$, a pour valeur moyenne le chiffre 0,21 que nous avons indiqué antérieurement comme résultant des lectures de 17 expérimentateurs, mais suivant l'observateur a peut varier de 0,15 à 0,30; il peut aussi varier pour un même expérimentateur suivant les jours ou les circonstances de l'expérimentation; pour l'un de nous, par exemple, nous avons trouvé des valeurs variant de 0,17 à 0,27; l'abscisse à l'origine de la droite moyenne, menée sur l'épure à travers les points d'une série de lectures faites consécutivement, varie donc entre les points $t = -0,17$ seconde et $t = -0,27$ seconde. On constate aussi des variations de la constante E_0 (proportionnelle au coefficient angulaire) de cette droite [équation (1)].

5° Le rapport des effets utiles, obtenu par un même flux lumineux dépensé dans des durées t et t_1, est mesuré par le rapport A des affaiblissements nécessaires pour atteindre le seuil et dont la valeur théorique est $\frac{a + t_1}{a + t}$. Ce coefficient d'efficacité dépend de a et de la durée t_1 prise

---

[1] Le coefficient de majoration mesure le facteur par lequel il faut multiplier le flux contenu dans l'éclat pour obtenir même portée quand l'éclat dure plus longtemps que l'éclat normal de durée t_1 (ici $t_1 = \frac{1}{10}$ de seconde). Le coefficient t est l'inverse de M.

comme unité de comparaison. Si l'on prend comme durée normale $a = 0,20$, cette formule montre que l'efficacité d'un éclat de 0,10 seconde sera quatre fois plus grande que celle d'un éclat de 1 seconde. Dans le Tableau I, qui correspond à la valeur $a = 0,17$, on a pris comme durée d'éclat normal la durée de 0,10 seconde.

Ce Tableau fait ressortir la rapide réduction de l'efficacité d'un flux donné en fonction de l'augmentation de sa durée et montre, en même temps, qu'il n'y a pas grand intérêt à descendre au-dessous de 0,1 seconde; 0,05 est d'ailleurs un minimum difficilement réalisable en pratique à cause de la divergence artificielle résiduelle de tous les appareils optiques résultant d'imperfections inévitables de fabrication.

Expériences exécutées en plein air au moyen d'appareils industriels (méthode de M. Jean Rey). — On s'est proposé de vérifier que l'on peut, en utilisant dans un appareil optique industriel une source lumineuse très étroite et très haute, obtenir dans le plan horizontal la même portée qu'avec une source lumineuse de puissance sensiblement égale, à éclat plus faible, mais moins haute et beaucoup plus large.

Les deux sources utilisées étaient :

1° Une lampe Osram, à filament de tungstène en spirale, diamètre 2^{mm}, hauteur 180^{mm}; puissance mesurée dans un plan normal au filament, 2700 bougies Violle.

2° Un manchon à incandescence par la vapeur de pétrole, diamètre 85^{mm}, hauteur 90^{mm}; puissance mesurée dans un plan normal à l'axe du manchon, 2500 à 2900 bougies Violle.

L'appareil optique, placé sur une tour à l'avenue de Suffren, était constitué par deux tiers de miroir doré de $1^{m},500$, calés à 90° l'un par rapport à l'autre. La vitesse de rotation étant de un tour en 3 secondes, on avait des éclats espacés de 0,75 seconde et des intervalles entre groupes de 2,25 secondes. La durée des éclats était inférieure, dans les deux cas, à $\frac{1}{10}$ de seconde et était extrêmement brève dans le cas du filament en tungstène.

Les éclats étaient observés à 7^{km} sur la route qui conduit au monument de Chatillon en un endroit où l'on découvre très bien Paris, et l'on avait produit l'extinction apparente de chaque feu en interposant devant l'œil un nombre variable de glaces planes à faces parallèles dont le pouvoir affai-

blisseur avait été taré d'avance [1]. Trois observateurs [2], dont deux nullement prévenus, ont reconnu sans hésitation que les éclats du feu électrique étaient au moins aussi brillants que ceux du feu à pétrole et que tous deux semblaient avoir la même durée très courte mais pourtant appréciable. A $10^h 20^m$ du soir pour le feu électrique, tous les éclats étaient perçus avec 19 glaces interposées; l'interposition de 24 glaces réduisait de moitié le nombre des éclats perçus, une 25e glace éteignait tous les éclats.

Si l'on remarque que, par suite de la différence de hauteur des deux sources de lumière, le flux utilisé dans le plan horizontal où se trouvaient les observateurs était moitié moins fort dans le cas du feu électrique que dans le cas du feu à pétrole, on voit que la réduction de durée du feu électrique assurait à celui-ci une efficacité au moins double, à égalité de flux lumineux, de celle du feu à pétrole.

Conclusions et conséquences. — Les résultats de nos expériences ont établi d'une manière indiscutable que l'utilisation d'une source de lumière pour la production d'éclats lumineux se succédant à intervalles fixés d'avance et produits par la rotation d'un appareil optique, est d'autant meilleure que les éclats sont plus courts et qu'il y a intérêt à descendre autant que possible jusqu'à $\frac{1}{10}$ de seconde, sinon au-dessous; la majoration de l'intensité apparente obtenue peut être considérable.

L'utilisation des filaments à incandescence électrique permet de réaliser des éclats extrêmement brefs. Si l'on emploie des filaments très longs, on peut augmenter ainsi à portée égale la divergence dans le sens vertical, ce qui est un bénéfice net fort utile pour les appareils signalisateurs destinés à la navigation aérienne.

Si, au contraire, on limite les faisceaux juste à la faible divergence verticale suffisante pour balayer l'horizon, on peut disposer côte à côte plusieurs filaments, tout en réalisant une source beaucoup plus concentrée que les sources à incandescence par le pétrole. Comme d'autre part les filaments de tungstène incandescents dans l'azote réalisent des intensités surfaciques beaucoup plus élevées et avec une dépense de 0,6 watt environ par bougie

---

(1) Le feu fixe, constitué par la source elle-même et qui aurait pu gêner les observations, car elle reste visible entre les éclats, paraissait éteint dès qu'on interposait deux ou trois glaces; celles-ci ne permettaient de voir aucune autre lumière sur Paris, ni même le faisceau du projecteur de la Tour Eiffel.

(2) Ces trois observateurs étaient des ingénieurs des établissements Sautter-Harlé : M. Marsat, qui avait organisé l'essai, MM. Vautard et Batifoulier.

(mesurées perpendiculairement à l'axe des filaments), on peut théoriquement obtenir des signaux de portée beaucoup plus grands, à égale consommation de pétrole, en utilisant ce pétrole dans un moteur actionnant une dynamo qui porte à incandescence le filament, qu'en le vaporisant dans une lampe à manchon incandescent par la vapeur de pétrole.

M. **Émile Picard**, en présentant à l'Académie le Tome I des *Œuvres de G.-H. Halphen*, s'exprime en ces termes :

Je dépose sur le bureau de l'Académie le premier Volume des Œuvres de Georges Halphen. Mme Halphen, ayant résolu de rassembler les œuvres de son mari, a bien voulu nous charger, M. Jordan, Henri Poincaré et moi, de surveiller cette publication. Nous avons été heureux, en cette circonstance, d'avoir le concours de M. Vessiot qui, avec Charles Halphen, un des fils de notre regretté confrère, a procédé avec soin à la revision du texte et à la correction des épreuves. Ce Volume était presque entièrement imprimé au commencement de la guerre. Charles Halphen malheureusement ne sera plus là pour s'occuper des volumes suivants; il est tombé au champ d'honneur, près d'Arras, l'été dernier.

Les géomètres remercieront Mme Halphen de son heureuse initiative. Voici vingt-sept ans que Halphen a été enlevé à la Science française dans tout l'éclat de son talent. Rien n'a vieilli dans ses écrits, d'une admirable perfection, et dont toutes les parties sont des œuvres d'art dignes d'être proposées comme modèles à ceux qui cultivent les sciences mathématiques.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'une Commission de six Membres, qui, sous la présidence du Président de l'Académie, assisté par le Vice-Président, sera chargée d'étudier les moyens de développer l'action extérieure de l'Académie.

MM. **Lippmann**, **Émile Picard**, **Haller**, **A. Lacroix**, **Le Chatelier**, **Tisserand** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

Mme **G. Vasseur** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage posthume de son mari, intitulé : *L'origine de Marseille.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines classes de fonctions de variables réelles.* Note de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. Émile Picard.

Convenons de dire qu'une fonction $\psi(x)$ possède : 1° la propriété (α) si ψ *est la somme d'une série de fonctions continues;* 2° la propriété (β) si, *quels que soient a et b,* ψ *prend entre a et b toute valeur comprise entre* $\psi(a)$ *et* $\psi(b)$; 3° la propriété (γ) si *l'ensemble* $A < \psi < B$ *est épais* (ou de mesure positive) *quand il existe.*

Les propriétés (α) et (β) sont descriptives, c'est-à-dire se conservent par une transformation continue croissante quelconque effectuée sur la variable indépendante. La propriété (γ) est métrique. Elle ne se maintient pas dans toute transformation $y(x)$ du type précédent, mais elle persiste moyennant que y soit doué de nombres dérivés finis en tout point.

Toute fonction de l'une des catégories suivantes possède la propriété (α) :

1° Une fonction ψ_1 *approximativement continue*, c'est-à-dire remplissant cette condition que, pour toute valeur de λ, les ensembles $\psi_1 < \lambda$, $\psi_1 > \lambda$ ont l'épaisseur bilatérale 1 en chacun de leurs points; et même une fonction χ_1 *à continuité approximative unilatérale* POUR UN CÔTÉ INVARIABLE, c'est-à-dire telle que les ensembles $\chi_1 < \lambda$ et $\chi_1 > \lambda$ aient respectivement en chacun de leurs points une épaisseur droite (ou en chacun de leurs points une épaisseur gauche) égale à 1, quel que soit λ.

2° Plus généralement une fonction ψ_2 *à continuité prépondérante*, c'est-à-dire telle que les ensembles $\psi_2 < \lambda$ et $\psi_2 > \lambda$ aient en chacun de leurs points une épaisseur minimum (la plus petite de leurs deux épaisseurs inférieures, droite et gauche) supérieure à 1 : 2; et même une fonction χ_2 *à continuité prépondérante unilatérale* POUR UN CÔTÉ INVARIABLE (les ensembles $\chi_2 < \lambda$ et $\chi_2 > \lambda$ auront par exemple l'épaisseur inférieure droite plus grande que 1 : 2 en chacun de leurs propres points).

3° Une *dérivée approximative* ψ_3, c'est-à-dire une fonction rattachée à une fonction continue $f(x)$ de manière que, si $\mathrm{VR}(f, a, b) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$, pour toute valeur positive de ε, l'ensemble $\mathrm{E}(x_0, \varepsilon)$ des points x ainsi définis : $|\mathrm{VR}(f, x_0, x) - \psi(x_0)| < \varepsilon$, ait au point x_0 l'épaisseur bilatérale 1, cette propriété de $\mathrm{E}(x_0, \varepsilon)$ étant vraie pour tout point x_0; et même une *dérivée approximative unilatérale* POUR UN CÔTÉ INVARIABLE $\chi_3(x)$ [l'ensemble $|\mathrm{VR}(f, x_0, x) - \chi_3(x_0)| < \varepsilon$ possède en x_0 l'épaisseur 1 d'un certain côté indépendant de x_0].

4° Plus généralement *une dérivée* ψ_4 *valant en tout point sur une épaisseur supérieure à* 1 : 2, à savoir une fonction $\psi_4(x)$ liée à une fonction continue $f(x)$ de façon que $\mathrm{VR}(f, x_0, x)$ tende vers $\psi_4(x_0)$ quand x tend indifféremment vers x_0 sans quitter un certain ensemble ayant en x_0 une épaisseur définie supérieure à 1 : 2; et même *une dérivée unilatérale* ψ_4 *valant en tout point et* POUR UN CÔTÉ INVARIABLE *sur une épaisseur* (*unilatérale*) *supérieure à* 1 : 2.

5° Plus généralement *un nombre dérivé* (médian ou extrême) *bilatéral prépondérant* ψ_5, c'est-à-dire une fonction $\psi_5(x)$ se rattachant à une fonction continue f de manière que les ensembles

$$\mathrm{VR}(f, x_0, x) > \psi(x_0) - \varepsilon \quad \text{et} \quad \mathrm{VR}(f, x_0, x) < \psi(x_0) + \varepsilon$$

aient l'un et l'autre une épaisseur minimum supérieure à 1 : 2 en x_0, quel que soit ε positif; et de même *un nombre dérivé bilatéral prépondérant* POUR UN CÔTÉ INVARIABLE $\psi_5(x)$ ainsi conditionné que les ensembles

$$\mathrm{VR}(f, x_0, x) > \chi_5(x_0) - \varepsilon \quad \text{et} \quad \mathrm{VR}(f, x_0, x) < \chi_5(x_0) + \varepsilon$$

aient l'un et l'autre en x_0 du côté considéré leurs épaisseurs inférieures plus grandes que 1 : 2.

Une fonction f ne saurait admettre en un point deux nombres dérivés distincts remplissant les conditions bilatérales de ψ_3, ψ_4 ou ψ_5 ni celles de χ_3, χ_4, χ_5 pour le côté considéré. D'ailleurs, ces six dernières fonctions sont totalisables (voir *Comptes rendus*, 13 mars 1916) et leur primitive, qui est une fonction résoluble, est leur totale indéfinie (au sens élargi donné à la totalisation dans cette même Note).

6° Un *nombre dérivé bilatéral* $\psi_6(x)$ *supposé unique en tout point* x. ψ_6 est évidemment dérivé extrême bilatéral ou dérivée exacte unilatérale. Or on sait (voir la même Note) qu'un dérivé extrême fini en tout point de côté et de rang inconnus et variables est totalisable et que sa primitive est résoluble

et coïncide avec sa totale indéfinie. Les mêmes propriétés appartiennent *a fortiori* à ψ_6.

Les propriétés (β) *et* (γ) *appartiennent aux fonctions* ψ_i ($i = 1, \ldots, 6$). *A fortiori* la propriété (γ) appartient-elle aux fonctions dérivées ordinaires?

La propriété (β) *appartient en outre :* 1° *à toute fonction* ψ_7 *nombre dérivé bilatéral*, médian ou extrême, fini ou infini, mais déterminé en chaque point, et déduit d'une fonction continue f; 2° *à toute fonction* ψ_8 *de classe* 1 (c'est-à-dire possédant la propriété α), *telle que les ensembles* $\psi_8 < \lambda$, $\psi_8 > \lambda$ *admettent chacun de leurs points bilatéralement pour point limite* (ou encore : soient denses en eux-mêmes et ne possèdent que des points de seconde espèce).

Tout nombre dérivé bilatéral possédant la propriété (α), *tout nombre dérivé unilatéral relatif à un côté invariable et possédant les propriétés* (α) *et* (β) *possèdent aussi la propriété* (γ).

La démonstration des résultats énoncés pour les fonctions

$$\psi_1, \chi_1, \psi_2, \chi_2, \psi_8$$

a déjà paru au *Bull. de la Soc. math.*, 1915, p. 184, en note. Les propositions nouvelles contenues dans la présente Note seront établies dans un autre Recueil.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équivalence de deux propriétés fondamentales des ensembles linéaires.* Note de M. **Maurice Fréchet**, présentée par M. J. Hadamard.

Le théorème suivant a été démontré par M. Borel, lorsque la classe d'éléments considérée est celle des points d'une droite :

« Soit E un ensemble compact et fermé. Si $\mathcal{I}$ est une famille dénombrable d'ensembles I telle que tout élément de E est intérieur à l'un au moins des I, alors on peut extraire de $\mathcal{I}$ une famille $\mathcal{I}_1$ composée d'un nombre fini d'ensembles I et qui jouira de la même propriété que $\mathcal{I}$. »

Un ensemble est dit *compact* lorsque, de toute infinité de ses éléments, on peut extraire une suite convergente, la limite appartenant ou non à l'ensemble. (Si les éléments sont des points, *compact* équivaut à *borné.*)

Un élément A est *intérieur* à un ensemble E s'il appartient à E sans être limite d'une suite d'éléments n'appartenant pas à E.

On connaît, d'autre part, cette propriété des ensembles linéaires :

Tout ensemble dérivé est fermé.

Les énoncés précédents conservent un sens lorsque la classe d'éléments considérée n'est plus la suite des points d'une droite, mais une classe ($\mathfrak{L}$) abstraite, d'éléments de nature quelconque où les suites convergentes et leurs limites sont définies. Mais ces énoncés ne sont plus nécessairement exacts. Il est intéressant de rechercher quelles sont les classes les plus générales auxquelles s'appliquent ces deux énoncés. On aboutit alors au résultat suivant :

Les classes ($\mathfrak{L}$) les plus générales auxquelles le théorème de Borel est applicable sont les mêmes que les classes les plus générales où tout ensemble dérivé est fermé.

On voit facilement, du reste, que ces classes sont plus générales que celles où la limite est définie par l'intermédiaire d'une notion analogue à celle de distance, la notion de voisinage.

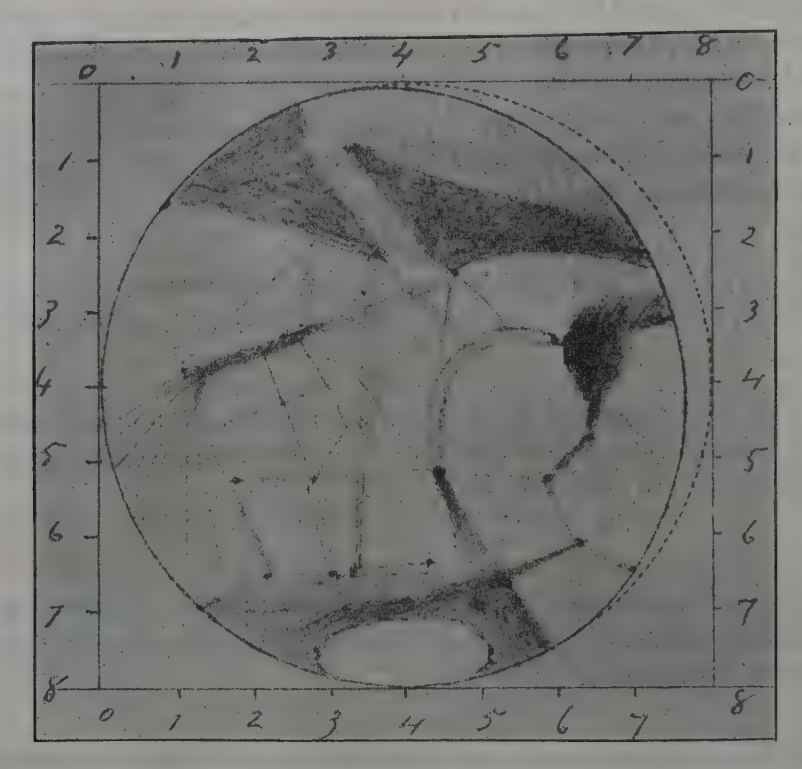
ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étude de la planète Mars à l'Observatoire Flagstaff (Arizona).* Note de M. **Georges Hall-Hamilton**, présentée par M. Deslandres.

Après avoir fait, pendant 2 ans, des mesures difficiles à l'Observatoire d'Oxford, je me suis rendu aux États-Unis, à l'Observatoire Flagstaff (Arizona), où j'ai été admirablement reçu par le Directeur, le D[r] Percival Lowell. Je me proposais de reconnaître avec mes yeux les phénomènes singuliers de la planète Mars, auquel l'Observatoire Flagstaff, depuis sa fondation, consacre une grande partie de son activité.

J'ai été frappé de la netteté et de la clarté avec laquelle apparaissent, sous le ciel de l'Arizona, les détails de la planète. Les canaux se révèlent par des lignes fines et nettes, et les oasis par des points noirs bien visibles.

Les photographies de la planète, faites pendant mon séjour à l'Observatoire, sont excellentes et montrent les principales particularités de l'observation oculaire. J'ai mesuré avec soin les détails les plus nets de l'épreuve qui sont reproduits dans le dessin ci-après, après avoir été représentés en longitudes et latitudes de la planète. Or ces détails correspondent exactement à ceux qui ont été relevés avec l'œil à Flagstaff, il y a onze années, et publiés dans les *Annales de l'Observatoire*.

La bonté des observations faites à Flagstaff tient à la qualité exceptionnelle du ciel de la station, à la valeur des instruments qui y sont réunis et



aussi à l'expérience acquise dans une étude continue des planètes poursuivie dans l'observatoire depuis vingt années.

ASTRONOMIE. — *Sur la construction de la galaxie.* Note ([1]) de M. **C.-V.-L. Charlier**, présentée par M. B. Baillaud.

Ayant étudié, ces derniers mois, la répartition et les mouvements des étoiles du type spectral B, ou de l'hélium, de M. Pickering, j'ai obtenu des résultats d'un intérêt général que je m'empresse de communiquer à l'Académie.

La classe B, si l'on met à part des objets exceptionnels formant des subdivisions peu nombreuses, est constituée par les étoiles les plus grandes

([1]) Séance du 15 mai 1916.

et les plus chaudes dans les cieux. Il a été possible, pour les investigateurs

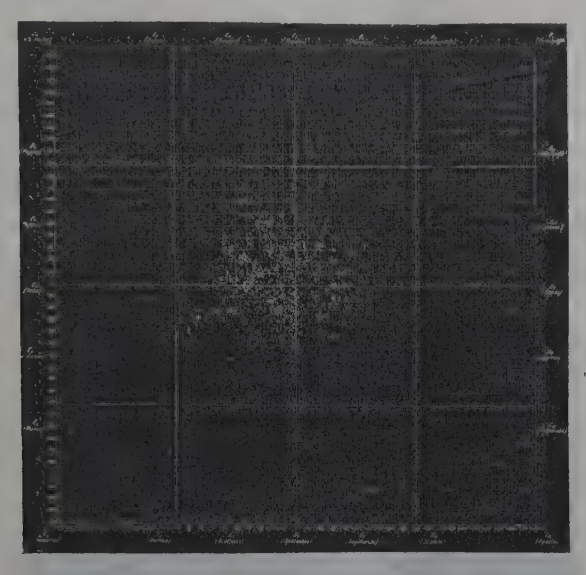


Fig. 1. — Projection de la galaxie des étoiles B dans la direction du Cygne (X).

infatigables de l'Observatoire de Harvard College, d'établir un catalogue

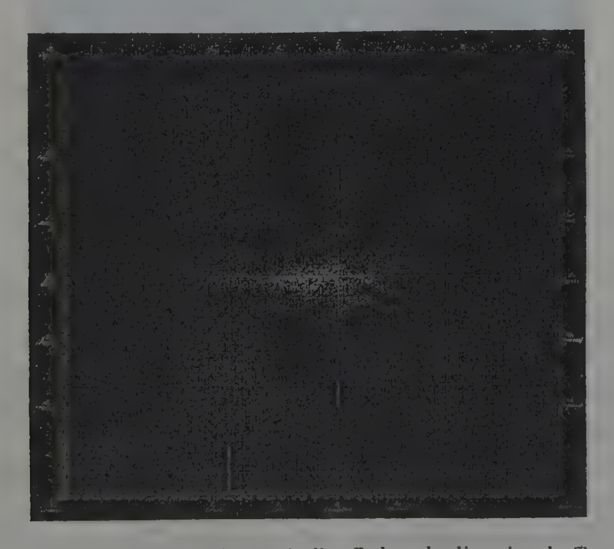


Fig. 2. — Projection de la galaxie des étoiles B dans la direction du Taureau (Y).

à peu près complet des étoiles de ce type intéressant. Le rayonnement lumineux de ces étoiles est, en effet, si grand qu'une étoile à la limite de

l'univers stellaire offre encore l'éclat apparent d'une étoile de la 8e grandeur. Me basant sur l'éclat individuel des étoiles, leurs mouvements propres et leurs vitesses radiales, autant qu'ils sont connus, j'ai déterminé la répartition et les mouvements absolus de ces étoiles. Les résultats seront donnés dans un autre Recueil; je donne ici seulement quelques traits principaux.

Les distances sont exprimées en siriomètres (un siriomètre égale 1 million de fois la distance du Soleil à la Terre).

L'étoile du type B la plus rapprochée est à 4 siriomètres du Soleil. C'est

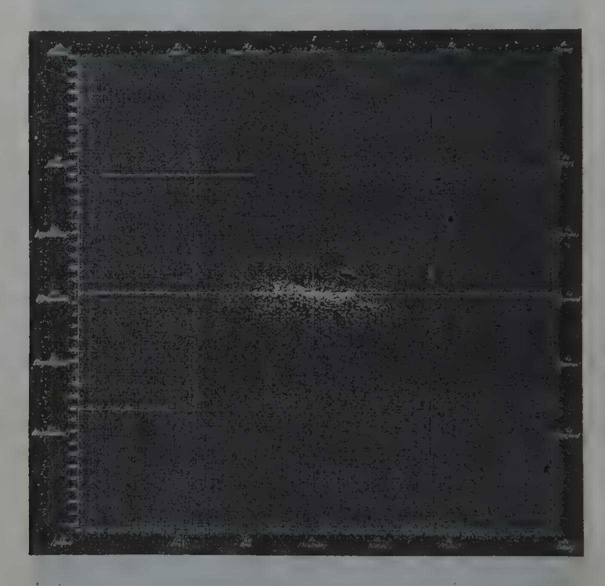


Fig. 3. — Projection de la galaxie des étoiles B vers la direction de la Chevelure de Bérénice (Z).

α Eridan, du ciel austral. La plus éloignée est à 250 siriomètres. La galaxie des étoiles du type B forme un amas d'étoiles bien défini qui, d'une densité relativement grande au centre, devient graduellement plus rare jusqu'à une distance de 200 siriomètres environ. Au delà de cette limite il n'a été enregistré qu'une étoile.

Le centre de cet amas qui, probablement, peut être identifié avec le centre de l'univers stellaire, est situé dans la direction $\alpha = 7^h,7$, $\delta = -55^\circ,6$ dans la constellation de la Carène. C'est une partie du ciel signalée par Sir John Herschel comme une des plus brillantes régions du ciel.

Le Soleil est à 18 siriomètres du centre et se trouve à 4 siriomètres au nord du plan fondamental passant par le centre de la galaxie.

La loi de répartition des étoiles du type B est très simple. Elle est, en effet, très près de la forme normale pour trois variables bien connue dans la statistique mathématique. La dispersion dans le plan principal (le plan des X, Y) est 37,3 siriomètres ; elle est à peu près la même dans toutes les directions de ce plan. Perpendiculairement à ce plan la dispersion a la valeur 13,1 siriomètres. Ces nombres montrent que les deux tiers de toutes les étoiles du type B se trouvent en dedans d'un ellipsoïde de révolution ayant l'axe de révolution égal à 37,3 siriomètres, le petit à 13,1 siriomètres. L'extension de la galaxie est donc à peu près trois fois plus grande dans le plan principal que dans la direction perpendiculaire.

La densité monte à 0,0026 étoile, par siriomètre cube, dans le centre. La majorité prépondérante des étoiles B sont situées en dedans d'un ellipsoïde de révolution ayant les axes des X et des Y égaux à 150 siriomètres, l'axe des Z à 50 siriomètres. Les coordonnées de l'axe des Z sur la sphère sont $\alpha = 12^h,29$, $\delta = 28^\circ,74$, très près du point généralement regardé comme le pôle de la Voie lactée.

Je donne dans mon Mémoire un catalogue des étoiles du type B; j'y donne, en outre, des indications sur le spectre et la magnitude apparente empruntées aux admirables *Annales de l'Observatoire de Harvard*, et, pour chaque étoile individuelle, ses coordonnées galactiques et les composantes de sa vitesse absolue quand elles ont pu être déterminées. Il y a, en tout, 804 étoiles du type B; les composantes de la vitesse sont données pour 150 étoiles.

La discussion de ces vitesses confirme les résultats trouvés par M. Gyllenberg, de l'Observatoire de Lund, sur les mouvements de ces étoiles. La surface des vitesses est un ellipsoïde de révolution ayant le petit axe égal à 1,3 siriomètre par année stellaire égale à 1 million d'années tropiques, et dirigé vers le pôle de la galaxie. Le grand axe a la valeur 1,9 siriomètre. Les directions des mouvements de ces étoiles ne manifestent aucune préférence dans le plan de la Voie lactée, comme on l'a trouvé pour les autres types stellaires.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation de bases pyridiques par condensation de cétones et d'amides.* Note [1] de MM. **Amé Pictet** et **Pierre Stehelin**, transmise par M. A. Gautier.

On sait que l'acétone soumise à l'action déshydratante de l'acide sulfurique est convertie en mésitylène :

$$
\begin{array}{ccc}
\begin{array}{l}
\qquad\quad \mathrm{CH^3} \\
\qquad\quad | \\
\quad \mathrm{CH^3CO - CH^3} \\
\quad | \\
\mathrm{CH^3 - CO \quad CH^3 - CO - CH^3}
\end{array}
& = &
\begin{array}{l}
\qquad\quad \mathrm{CH^3} \\
\qquad\quad | \\
\quad \mathrm{HC = C - CH} \\
\quad | \qquad\quad \| \\
\mathrm{CH^3 - C = CH - C - CH^3}
\end{array}
\quad + 3\,\mathrm{H^2O}.
\end{array}
$$

Cette réaction, l'une des plus anciennes (Kane, 1837), est en même temps l'une des plus simples qui aient permis de passer d'un composé de la série grasse à un composé aromatique.

Étant donnée la grande analogie qui existe entre le noyau du benzène et celui de la pyridine, il nous a paru intéressant de rechercher si cette même réaction se prêterait à l'obtention de bases pyridiques. Il semblait suffire pour cela de remplacer l'une des trois molécules de cétone par une molécule d'amide. Partant de cette idée, nous avons cherché à réaliser la condensation de 2^{mol} d'acétone et de 1^{mol} d'acétamide, conformément à l'équation suivante :

$$
\begin{array}{ccc}
\begin{array}{l}
\qquad\quad \mathrm{CH^3} \\
\qquad\quad | \\
\quad \mathrm{CH^3CO - CH^3} \\
\quad | \\
\mathrm{CH^3 - CO \quad NH^2 - CO - CH^3}
\end{array}
& = &
\begin{array}{l}
\qquad\quad \mathrm{CH^3} \\
\qquad\quad | \\
\quad \mathrm{HC = C - CH} \\
\quad | \qquad\quad \| \\
\mathrm{CH^3 - C = N - C - CH^3}
\end{array}
\quad + 3\,\mathrm{H^2O}.
\end{array}
$$

L'expérience nous a montré que cette condensation ne peut être effectuée à l'aide de déshydratants (H^2SO^4, P^2O^5, $ZnCl^2$); ceux-ci excercent tout d'abord leur action sur l'amide et la transforment en nitrile; mais on arrive au résultat voulu par l'emploi de la chaleur seule. En chauffant à 250°, en tubes scellés, un mélange d'acétamide et d'acétone, nous avons obtenu une base de formule $C^8H^{11}N$, possédant toutes les propriétés de la *triméthylpyridine symétrique* de Hantzsch (point d'ébullition 166°-168°, picrate fusible à 155°, chloraurate fusible à 112°). Le rendement est, il est vrai, très faible (2 à 3 pour 100) et de beaucoup inférieur à celui que fournit la synthèse du mésitylène (13 pour 100), mais cette différence

---

[1] Séance du 29 mai 1916.

s'explique par le peu de stabilité de l'acétamide, comparée à celle de l'acétone.

Par une réaction toute semblable, la benzamide (1^{mol}) et l'acétophénone (2^{mol}), chauffées ensemble à 275°, nous ont donné un corps de la formule $C^{23}H^{17}N$, que nous avons trouvé identique à la *triphénylpyridine symétrique*, que Newmann a préparée en 1898 en faisant agir le chlorhydrate d'hydroxylamine sur la benzylidène-diacétophénone. Ici le rendement est un peu meilleur (9 pour 100).

La triphénylpyridine forme de beaux prismes incolores, fusibles à 137°; elle est presque entièrement dépourvue de propriétés basiques et cristallise sans altération dans l'acide chlorhydrique concentré. Nous avons pu cependant en préparer un *picrate;* ce sel prend naissance lorsqu'on mélange les solutions alcooliques chaudes de ses deux constituants, et se dépose par refroidissement en longues aiguilles jaune citron fusibles à 192°,5.

Nous avons cherché ensuite à remplacer, dans les réactions précédentes, les cétones par des adéhydes, et tout d'abord à réaliser une synthèse de la *pyridine* elle-même par condensation de la formamide et de l'aldéhyde acétique :

$$\begin{matrix} CH^3 & CHO - CH^3 \\ | & \\ CHO & NH^2 - CHO \end{matrix} = \begin{matrix} HC = CH - CH \\ | \qquad\qquad \| \\ HC = N - CH \end{matrix} + 3H^2O,$$

mais malgré de nombreux essais, faits dans les conditions les plus variées, avec ou sans addition de déshydratants, et à différentes températures, nous n'avons pu constater la formation de pyridine; non plus qu'en remplaçant l'aldéhyde acétique par la paraldéhyde, l'acétal ou la trithioparaldéhyde, et la formamide par la thioformamide. En fait de produits basiques, nous n'avons obtenu que l'*aldéhydine* de Baeyer et Ador, qui se forme, comme on le sait, par l'action de l'ammoniaque sur l'aldéhyde acétique. Il y a donc, avant toute condensation, décomposition totale de la formamide.

En revanche, nous avons pu obtenir une petite quantité d'*α-picoline* en chauffant à 280° un mélange de paraldéhyde et d'acétamide. Point d'ébullition de la base 128°, point de fusion du picrate 180°, du chloraurate 164°. Ladenburg a montré que l'α-picoline s'unit à l'aldéhyde acétique pour former l'allylpiridine; il aurait donc pu se faire que cette dernière base eût pris aussi naissance dans les conditions de notre expérience. Étant donné qu'elle peut être transformée, par réduction, en conicine, cela nous aurait conduit à une nouvelle synthèse, extrêmement simple, de l'alcaloïde de la ciguë.

Mais nous ne sommes pas parvenus à reconnaître d'une manière certaine la présence de l'allylpyridine dans notre produit de condensation.

SISMOLOGIE. — *Sur la localisation de l'épicentre d'un tremblement de terre d'après les observations d'une seule station sismique.* Note [1] de M. B. **Galitzine**, présentée par M. Bigourdan.

Dans une Note précédente, insérée aux *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 642, j'avais décrit une méthode spéciale, permettant (au moyen de deux pendules horizontaux apériodiques à enregistrement galvanométrique, installés à angle droit l'un par rapport à l'autre) de déterminer l'azimut α de l'épicentre d'un tremblement de terre, en mesurant les amplitudes du déplacement du point lumineux enregistreur au début de la première phase P d'un sisme, c'est-à-dire au moment d'arrivée des premières ondes sismiques longitudinales.

Désignons par l la longueur réduite du pendule, k le coefficient de transformation pour l'enregistrement galvanométrique, déterminant la sensibilité de l'appareil, et A_1 la longueur de rayon optique pour l'enregistrement photographique du mouvement correspondant du galvanomètre; alors la valeur de

$$C = \frac{\pi l}{k A_1}$$

représente, pour le sismographe, une constante caractéristique qui se laisse facilement déterminer *a priori* (voir mes *Leçons de sismométrie*, Chap. VII, Petrograd, 1912).

Appelons y_E et y_N les amplitudes du même maximum sur les sismogrammes au début de la phase P pour les composantes E-W et N-S, et C_E et C_N les valeurs des constantes des sismographes correspondants. Si les deux pendules et les deux galvanomètres correspondants sont installés à la limite de l'apériodicité, et possèdent tous la même période propre d'oscillation quand l'amortissement est supprimé, alors l'azimut cherché α se laisse facilement calculer au moyen de la formule suivante :

$$\tan\alpha = \frac{C_E}{C_N} \frac{y_E}{y_N}. \quad (1)$$

---

[1] Séance du 29 mai 1916.

On attribue au déplacement du sol vers le Nord et l'Est le signe +, et vers le Sud et l'Ouest le signe —.

Si l'on se sert encore, comme auxiliaire, d'un sismographe à composante verticale, montrant si le premier mouvement du sol est dirigé vers le haut (onde de condensation) ou vers le bas (onde de raréfaction), alors l'azimut α se laisse déterminer sans aucune ambiguïté. En combinant la valeur de α avec la distance épicentrale Δ, obtenue au moyen des Tables bien connues, d'après la différence des moments d'arrivée des premières ondes transversales et longitudinales $(S - P)$, on peut facilement calculer les coordonnées géographiques de l'épicentre au moyen des données *d'une seule station sismique*.

La formule (1) est tout à fait générale et ne présuppose guère, comme il est d'usage en sismométrie, que le mouvement vrai du sol correspond à un mouvement harmonique à période propre bien définie. Ce mouvement peut être complètement arbitraire (voir par exemple mes *Leçons de sismométrie*, Chap. X, *loc. cit.*), ce qui permet d'user, pour la détermination de α, de plusieurs maxima consécutifs au voisinage de P, et de prendre ensuite une moyenne.

Afin que cette méthode puisse donner de bons résultats, il faut que les sismographes en question possèdent une très haute sensibilité, et que chaque composante soit enregistrée par un instrument à part. Les sismographes apériodiques à enregistrement galvanométrique, du modèle de Pulkovo et des autres stations sismiques russes de premier ordre, sont particulièrement bien adaptés pour ce genre de recherches.

Évidemment et pour plusieurs raisons, il ne saurait être question de la détermination *exacte* des coordonnées géographiques φ et λ des épicentres, car : 1° l'épicentre n'est, en général, nullement un point déterminé, mais représente une surface plus ou moins étendue dans le voisinage du foyer de l'ébranlement sismique; 2° les courbes et Tables hodographiques servant à déterminer la distance épicentrale Δ sont encore, pour certaines distances, assez défectueuses, et nécessitent différentes corrections; 3° pour des sismes faibles et très éloignés, les amplitudes y_E et y_N sont parfois très petites, ce qui rend assez difficile la détermination exacte de l'azimut α, surtout si le sol est troublé par des mouvements microsismiques de premier ordre, qui se font surtout sentir en hiver; 4° les conditions physiques imposées aux sismographes, à savoir l'égalité de toutes les périodes et la limite de l'apériodicité, ne sont pas toujours strictement réalisées.

Néanmoins cette méthode peut très bien servir à déterminer la position

approchée de l'épicentre, d'autant plus que, pour des sismes éloignés, une erreur de 1° ou 2° ou même plus dans les valeurs de φ et λ n'est presque d'aucune importance pratique.

Cette méthode de localisation des épicentres des tremblements de terre a été depuis plusieurs années introduite dans la pratique, à la station sismique de Pulkovo. Elle a toujours donné, quand la phase P était assez nettement dessinée, de très bons résultats, comme on peut s'en convaincre en consultant les bulletins hebdomadaires de cette station.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les déviations de la verticale à Paris.* Note [1] de M. L. **Eblé**, présentée par M. B. Baillaud.

D'après les observations faites par M. Hecker de 1902 à 1909, les déviations de la verticale à Potsdam correspondent à des déformations de l'écorce terrestre sous l'influence de la Lune et du Soleil relativement plus grandes suivant le parallèle que suivant le méridien. Dans le but de rechercher les causes de cette dissymétrie, l'Association internationale de Sismologie proposa à M. Angot, directeur du Bureau central météorologique, de reprendre les expériences à Paris, où les caves de l'Observatoire permettraient de maintenir l'appareil à une température invariable; M. le directeur de l'Observatoire voulut bien autoriser l'installation de l'appareil dans son établissement et M. Angot nous chargea d'assurer ces observations.

L'appareil, fourni par l'Association internationale de Sismologie, est installé dans une des caves de l'Observatoire et fonctionne depuis le milieu de l'année 1912. Il consiste en deux pendules horizontaux orientés dans les directions N-S et E-W, dont on enregistre les déplacements par un procédé photographique. Les constantes de réduction de l'appareil ont été déterminées avec soin et les déviations de la verticale sont connues à 0,01 de leur valeur.

L'appareil décompose les mouvements de la verticale en deux composantes, N-S et E-W; pour chacune d'elles nous avons séparé l'effet des attractions solaire et lunaire par le procédé employé couramment dans le calcul des marées. Nous avons alors établi, pour chaque mois et pour l'année entière, les variations diurnes moyennes de la déviation sous

---

(1) Séance du 29 mai 1916.

l'influence séparée du Soleil et de la Lune, et nous les avons représentées chacune par un développement en série harmonique. Nous avons ainsi obtenu pour l'année 1913 les développements suivants, où t désigne le temps exprimé en angle :

Attraction solaire :

$$S_N = 0'',00294 \cos(t - 117°,2) + 0'',00145 \cos(2t - 353°,1) + \ldots,$$
$$S_E = 0'',00316 \cos(t - 83°,2) + 0'',00406 \cos(2t - 117°,2) + \ldots.$$

Attraction lunaire :

$$L_N = 0'',00045 \cos(t - 153°,8) + 0'',00537 \cos(2t - 59°,6) + \ldots,$$
$$L_E = 0'',00086 \cos(t - 178°,9) + 0'',01005 \cos(2t - 110°,3) + \ldots.$$

Le calcul a été poussé jusqu'aux termes en $4t$, mais la petitesse des amplitudes des termes en $3t$ et $4t$, en même temps que l'extrême variabilité des phases d'un mois à l'autre, indique que ces termes ne représentent que des résidus de calcul. Au contraire, les termes en t ont une signification physique : ils tiennent à l'action de la température sur les couches superficielles et se trouvent presque complètement éliminés dans le calcul de l'attraction lunaire. Les seuls termes dus à l'attraction sont les termes à période semi-diurne que prévoit la théorie. Mais il est certain que l'action de la température trouble la déviation de la verticale due à l'attraction solaire dans une mesure trop considérable pour qu'il soit permis de tirer aucune conclusion de la forme des deux premiers développements.

Au contraire, on peut considérer l'action de l'attraction lunaire comme suffisamment exacte, et l'amplitude de la variation périodique correspondante comme égale à

0'',00537 pour la composante N-S

et

0'',01005 pour la composante E-W.

Le calcul établit que, si la Terre était absolument rigide, ces déviations devraient être

0'',00821 pour la composante N-S

et

0'',01091 pour la composante E-W;

le rapport de l'amplitude observée à l'amplitude calculée est donc

0,65 pour la composante N-S

et

0,92 pour la composante E-W.

De plus, le grand axe de la double ellipse décrite par le fil à plomb devrait être dirigé suivant le parallèle; il fait au contraire avec celui-ci un angle de 22°.

La moyenne des expériences de M. Hecker, à Potsdam, a donné pour valeur de ces rapports

0,43 pour la composante N-S

et

0,66 pour la composante E-W.

Les expériences, plus récentes, de M. Michelson, à Chicago, l'ont conduit à

0,52 pour la composante N-S

et

0,71 pour la composante E-W.

Dans tous les cas, la déviation observée se rapproche plus de la déviation théorique dans le sens du parallèle que dans le sens du méridien. Sans rien préjuger sur la rigidité *moyenne* du globe, il nous semble établi que *les déviations de la verticale se produisent comme si la Terre était beaucoup moins rigide dans le sens du méridien que dans le sens perpendiculaire; elles correspondent à une rigidité sensiblement plus forte à Paris qu'à Potsdam.*

Dans le but de vérifier ces résultats, nous avons effectué le même calcul sur les observations de l'année 1914, mais seulement pour la variation diurne moyenne de toute l'année, et obtenu les développements en série suivants :

Attraction solaire :

$$S_N = 0'',00335 \cos(t - 97°,7) + 0'',00122 \cos(2t - 350°,8) + \ldots$$
$$S_E = 0'',00174 \cos(t - 30°,1) + 0'',00314 \cos(2t - 125°,7) + \ldots$$

Attraction lunaire :

$$L_N = 0'',00018 \cos(t - 324°,9) - 0'',00492 \cos(2t - 58°,4) + \ldots,$$
$$L_E = 0'',00037 \cos(t - 284°,6) - 0'',01018 \cos(2t - 116°,8) + \ldots.$$

Les termes importants, c'est-à-dire ceux qui correspondent à l'attraction lunaire semi-diurne, conservent le même ordre de grandeur : l'amplitude observée représente

0,60 pour la composante N-S

et

0,93 pour la composante E-W

de l'amplitude théorique.

L'enregistrement des déviations de la verticale s'est poursuivi dans de bonnes conditions pendant l'année 1915 et la première moitié de 1916.

BOTANIQUE. — *Sur la flore bryologique de Kerguelen.* Note de M. J. Cardot, présentée par M. L. Mangin.

Les premières Mousses récoltées à Kerguelen le furent par le célèbre botaniste anglais J.-D. Hooker, en 1840, au cours du voyage de l'*Erebus* et du *Terror*. En 1874, un autre naturaliste anglais, H.-N. Moseley, faisant partie de l'expédition du *Challenger*, visita Kerguelen et en rapporta un certain nombre de Mousses. Presque à la même époque, trois missions scientifiques, anglaise, américaine et allemande, séjournèrent à Kerguelen pour y observer le passage de Vénus sur le Soleil, et les botanistes attachés à ces missions, Rév. A.-C. Eaton pour la mission anglaise, Dr Kidder pour la mission américaine et Dr Naumann pour la mission allemande, firent de nombreuses récoltes de plantes, dans lesquelles les Mousses se trouvèrent largement représentées. L'expédition antarctique allemande de 1901-1903 fit escale à Kerguelen et les savants qui en faisaient partie, MM. Drygalsky, Vanhöffen, Werth et Urbansky, y récoltèrent un assez grand nombre de Mousses. Enfin, de nouvelles récoltes bryologiques furent faites dans cette île par deux de nos compatriotes, M. Rallier du Baty, en 1907-1908 et 1913-1914, et M. Bossière, en 1913-1914.

L'étude de ces derniers matériaux, faite au laboratoire de Cryptogamie du Muséum, permet de fixer le chiffre total des Mousses actuellement constatées à Kerguelen à 160 espèces environ, réparties entre 14 familles et 41 genres. Comme dans toutes les flores australes, la proportion des Pleurocarpes est très faible et n'atteint pas le cinquième des espèces, alors que dans l'hémisphère boréal, même sous des latitudes beaucoup plus élevées, au Spitzberg et au Groënland par exemple, elle est encore du tiers ou du quart.

Les familles le mieux représentées à Kerguelen sont les *Grimmiacées*, avec une trentaine d'espèces, les *Bryacées* et les *Hypnacées*, avec 25 espèces environ pour chaque groupe, les *Pottiacées*, avec 16 espèces, les *Bartramiacées*, avec 12, les *Andraeacées* et les *Dicranacées*, représentées les unes et les autres par une dizaine d'espèces; viennent ensuite les *Weisiacées* (7 espèces), les *Orthotrichacées* et les *Polytrichacées* (6 espèces pour chaque famille), les *Ditrichacées* (5 espèces), les *Séligériacées* et les *Leskéacées*

(4 espèces pour chacun de ces deux groupes), enfin les *Fumariacées* (2 espèces).

La proportion des espèces endémiques est très élevée : les Mousses qui n'ont pas été, jusqu'ici, signalées en dehors de Kerguelen sont en effet au nombre de 88, ce qui représente plus de 55 pour 100 du total; c'est à peu près la même proportion que pour le Domaine magellanique. La majorité des autres espèces, une cinquantaine environ, jouissent d'une dispersion plus ou moins étendue dans les régions australes : 46 se retrouvent dans la région magellanique, 34 dans la région australo-néo-zélandaise, principalement à la Nouvelle-Zélande et dans les îles Auckland et Campbell; 21 à la Géorgie du Sud, 14 dans l'Antarctide, 11 à l'île Marion, et un même nombre dans le groupe des Crozet. L'élément boréal est représenté par 16 espèces, la plupart, d'ailleurs, cosmopolites ou subcosmopolites. Enfin, il faut mentionner spécialement cinq espèces des Andes, dont la présence à Kerguelen est assez surprenante et difficilement explicable; on peut toutefois supposer que ce sont des espèces ayant joui jadis d'une dispersion beaucoup plus étendue que celle qu'on leur connaît actuellement; il est possible encore qu'on les retrouve ultérieurement dans d'autres régions de la zone australe.

Si l'on compare la flore bryologique de Kerguelen avec celle de la Géorgie du Sud, on constate entre elles d'étroites analogies : la série des familles représentées est identiquement la même, à une seule exception près; dans les deux flores, l'abondance des *Grimmiacées* et des *Andraeacées* imprime à la végétation bryologique un cachet alpin très prononcé. Enfin, les Sphaignes font défaut à Kerguelen comme à la Géorgie du Sud, bien que les conditions géologiques et climatériques sembleraient devoir favoriser le développement des plantes de ce groupe dans ces deux îles; leur absence doit être probablement attribuée à l'isolement géographique de ces terres.

Au point de vue phytogéographique, Kerguelen forme, avec les îles Marion, du Prince Edouard, Crozet, Mac-Donald et Heard, un domaine floral propre, caractérisé par la présence de nombreux types endémiques, dont deux genres de Phanérogames (*Pringlea* et *Lyallia*), et présentant avec le domaine magellanique, d'une part, et le domaine australo-néo-zélandais, de l'autre, des affinités très marquées, qui fournissent une base sérieuse à l'hypothèse de l'unité d'origine de toutes les flores australes.

MÉDECINE. — *Forme prolongée de méningite cérébro-spinale et trépanation cérébrale.* Note de MM. **Neveu-Lemaire, Debeyre** et **Rouvière**, présentée par M. Ed. Perrier.

La gravité de la méningite cérébro-spinale à méningocoques a diminué d'une manière considérable depuis l'emploi du sérum curateur; toutefois, certaines variétés cliniques de l'affection réclament une thérapeutique appropriée. L'injection intra-rachidienne de sérum devient inefficace, quand celui-ci ne peut pénétrer dans toutes les cavités et espaces baignés par le liquide céphalo-rachidien. Tout obstacle à la libre circulation retentit principalement sur le drainage des ventricules latéraux du cerveau : il y a rétention de liquide dans ces cavités qui s'oblitèrent et se dilatent (hydrocéphalie ou pyocéphalie).

La seule intervention logique, à cette période grave de la maladie, est la ponction ventriculaire, suivie de l'injection intra-ventriculaire de sérum antiméningococcique. Cette opération nécessaire peut être suffisante, si on la pratique en temps opportun : nous en voulons pour seule preuve un cas d'autant plus intéressant que notre intervention fut suivie d'un plein succès. Si les bons résultats que l'opération compte à son actif sont encourageants, quoique peu nombreux, les constatations nécropsiques ont fait souvent regretter aux cliniciens l'abstention opératoire : ces regrets toujours amers seront notre seule excuse de tirer d'une observation des conclusions interventionnistes. Nous n'oublions pas que, dans certaines modalités plus complexes, il faudra faire davantage; pour l'instant, nous montrerons le bien-fondé et la nécessité, dans les *formes prolongées de méningite cérébro-spinale*, des *trépanojonction et injection ventriculaires*, préconisées par les maîtres français.

Il s'agit, dans notre observation, d'une fillette de 13 ans, entrée dans le service des méningites (médecin-major Neveu-Lemaire, hôpital 32*bis*). Sous l'influence de la sérothérapie, on assiste d'abord à une amélioration clinique graduelle, le liquide céphalo-rachidien se modifie peu à peu, de louche devient clair et l'on escompte bientôt une guérison à brève échéance. Mais la méningite se prolonge, l'amaigrissement continue, la céphalée s'accentue, les vomissements apparaissent et nous assistons à l'apparition des signes révélateurs d'une hypertension intra-cranienne. De nouveau on tente la ponction à différents niveaux du rachis, mais en vain; on n'obtient plus de liquide. Un mois après le début de l'affection, en pré-

sence de ces symptômes et de cris hydrencéphaliques le jour comme la nuit, on décide d'intervenir sur les ventricules cérébraux.

Au niveau du prolongement frontal du ventricule latéral droit, M. Debeyre, chirurgien de l'hôpital, aidé de M. Rouvière, pratique la trépanation, retire 35^{cm^3} de liquide clair ou à peine louche et injecte 15^{cm^3} de sérum antiméningococcique dans le ventricule. A partir de ce jour, l'état général s'améliore peu à peu, les cris cessent, la raideur de la nuque et des membres disparaît graduellement; bientôt commence la période de convalescence et, 3 mois après son entrée, la fillette quitte l'hôpital complètement guérie.

Technique. — Il faut d'abord repérer le bregma, puis choisir le point précis de la trépanation. C'est à 3^{cm} en avant du bregma et à 2^{cm}, en dehors, à droite du plan médio-frontal que M. Debeyre décide de pratiquer, à la fraise de 8^{mm}, l'orifice detrépanation. Avec M. Rouvière, il choisit cette zone, pour éviter, à coup sûr, le sinus longitudinal supérieur et la branche antérieure de l'artère méningée moyenne. Le sinus ne suit pas toujours exactement le plan sagittal et déborde sur le pariétal droit; quant à la branche antérieure de la méningée, très peu importante d'ordinaire au niveau du bregma, elle conserve parfois un certain calibre et peut suivre un trajet antérieur à la suture coronale ([1]).

Une aiguille de 8^{cm} de longueur traverse la dure-mère, obliquement de haut en bas, de dehors en dedans, sous un angle de 15° à 18° un peu d'avant en arrière; quand elle s'est enfoncée de 4^{cm} environ, le liquide vient sourdre à son extrémité libre. Il faut avoir soin de maintenir l'aiguille bien en place pour injecter le sérum dans la cavité de ponction.

Les repères établis, on peut mener à bien l'intervention en quelques minutes; elle paraît exempte de tout danger (on ne saurait en dire autant de l'abstention). Pratiquée devant les médecins de notre centre chirurgical, qui avec nous considéraient le cas comme désespéré, l'opération a paru à chacun logique et indiquée, le résultat obtenu, encourageant pour l'avenir de la trépano-ponction des ventricules du cerveau dans les formes prolongées de la méningite à méningocoques.

MÉDECINE. — *L'oxygène ozonisé dans le traitement des plaies de guerre.* Note de M. F. **Bordas**, présentée par M. d'Arsonval.

La chirurgie de guerre a recours à tout un arsenal de substances antiseptiques, non seulement pour le traitement des plaies, mais aussi pour

([1]) Sur 50 crânes examinés, le sillon correspondant à la branche antérieure de la méningée moyenne était situé dans 13 cas en avant de la suture coronale à une distance variant entre $0^{cm},5$ et 1^{cm}.

combattre le développement ultérieur des germes ayant pénétré plus ou moins profondément dans les tissus.

Sans discuter ici sur les avantages ou les inconvénients d'antiseptiques dont la toxicité peut influer sur la vitalité des tissus soumis à leur action, il est évident que l'antiseptique idéal doit être doué d'un grand pouvoir microbicide, tout en ménageant le milieu cellulaire ambiant.

L'eau oxygénée semblait répondre dans une certaine mesure à ces desiderata, les succès obtenus dans la chirurgie du temps de paix avaient amené la généralisation de son emploi, et dès le début des hostilités on l'utilisait pour le traitement de la plupart des blessures de guerre.

Les insuccès constatés dans les grandes suppurations, malgré une technique rationnelle que nous n'avons pas à décrire ici, s'expliquent tout naturellement, si l'on veut bien se rappeler que le sang, le pus et la plupart des liquides de l'organisme décomposent presque instantanément l'eau oxygénée et que, dans ces conditions, le rôle actif de l'oxygène à l'état naissant est réduit à peu de chose.

Nous avons démontré que la décomposition de l'eau oxygénée au contact du sang n'était pas due à la présence d'une diastase spéciale, mais provoquée par l'état colloïdal de la matière albuminoïde du sang.

Il en résulte que le lavage des plaies avec l'eau oxygénée étendue est souvent inefficace, car la plupart du temps le dégagement d'oxygène se produit dès le contact du liquide avec les humeurs.

L'action microbicide sur laquelle on comptait se borne donc le plus souvent à l'effet d'un lavage avec une solution aseptique ayant contenu de l'oxygène.

Pour éviter ces inconvénients, nous avons songé à utiliser l'oxygène sous la forme la plus active, c'est-à-dire à l'état d'ozone, soit dissous dans l'eau et employé en abondantes irrigations pour aseptiser les plaies sans risquer de désorganiser le tissu cellulaire ambiant, soit à l'état gazeux, en mélange avec l'oxygène pur pour le traitement des plaies intéressant les grandes cavités, ou pour hâter la guérison des plaies superficielles en les plaçant dans une atmosphère spéciale dont l'effet peut être associé à celui de l'héliothérapie.

L'appareil qui nous a servi se compose d'un cylindre métallique contenant de l'oxygène sous pression et muni d'un détendeur; d'un tube en verre à large section rempli de coton pour arrêter les poussières entraînées par le courant d'oxygène; d'un ozoneur à plateau de Gaiffe, enfermé dans une caisse hermétiquement close, et d'un

récipient en verre de 25^{l} contenant de l'eau distillée; enfin d'une petite trompe à eau alimentée par l'eau du récipient ci-dessus.

En employant l'oxygène ozonisé au lieu d'air ozonisé, on évite la formation de produits nitreux dont les propriétés irritantes pourraient présenter des inconvénients.

L'emploi de l'oxygène ozonisé gazeux offre des avantages lorsqu'il s'agit de plaies lentes à cicatriser. Les pansements, même espacés, ont souvent une tendance à aviver les tissus cicatriciels de formation récente.

On peut éviter ces inconvénients en entourant les plaies d'un cerceau recouvert de collophane hermétiquement clos dans lequel on peut faire passer un courant gazeux d'oxygène pur ou d'oxygène ozonisé.

L'atmosphère de la cage étant ainsi renouvelée, on laisse les plaies sans pansement exposées aux radiations solaires.

Les résultats obtenus avec l'eau ozonisée ont été plus particulièrement satisfaisants dans les grands délabrements, là où les tissus sont envahis plus ou moins profondément par les produits septiques et les fermentations anaérobies.

Ces irrigations d'eau ozonisée peuvent être prolongées sans aucun inconvénient, permettant ainsi un nettoyage méthodique et efficace de tous les replis superficiels et profonds des tissus.

L'aspect général des plaies s'améliore rapidement, les odeurs fétides ne tardent pas à disparaître dès les premières applications du traitement.

ÉNERGÉTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Éducation sensitive et utilisation des moignons.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Laveran.

La puissance d'un moignon n'exprime pas toute sa *capacité fonctionnelle.* La solidarité des éléments nerveux, sensitifs et moteurs, s'y révèle de telle sorte que la moindre *hypoesthésie* diminue l'adresse des mouvements et le rendement des appareils de prothèse. Il convient, par conséquent, de savoir quels changements apporte l'amputation dans les conditions *histo-physiologiques* d'un moignon. Ce sont des *troubles trophiques* et des *troubles sensitifs.*

1° *Troubles trophiques dus à l'amputation.* — Des modifications trophiques, la plus rapide est celle des *fibres musculaires;* leur épaisseur se réduit, et celles qui ont été sectionnées forment de nouvelles insertions tendineuses aux dépens de leur substance contractile. Il en résulte un pou-

voir de raccourcissement plus limité, c'est-à-dire moins de force absolue, alors que, l'insertion s'étant rapprochée de l'articulation, un effort plus grand est nécessaire à l'exécution du mouvement.

Normalement, le raccourcissement du bras de levier des muscles aurait entraîné leur grossissement. Si cela ne s'observe pas sur les moignons d'amputés, c'est que les *éléments nerveux,* sans lesquels la vitalité des fibres musculaires s'efface, sont le siège d'une *dégénération* que favorise l'absence de mouvement. Cette dégénération s'accompagne *d'infiltrations graisseuses,* aussi bien dans les nerfs que dans toutes les cellules. La section transversale du moignon montre sur les bords, à l'endroit des lambeaux, quand il y en a, les signes très accentués de ces transformations histologiques. Elles sont très fâcheuses pour l'appareillage des mutilés, puisque les organes de prothèse y prennent *appui,* sans provoquer une sensibilité qu'on voudrait intégrale pour l'adresse des actes de la vie.

Plus lentement que les autres tissus, celui du *squelette* évolue à son tour. Nos observations, faites sur moignons de grenouille depuis 6 mois environ, n'ont permis de constater qu'une certaine *raréfaction osseuse*, une densité plus faible du fémur sectionné comparé au fémur sain. Toutefois, des recherches suivies plus longtemps et sur des espèces animales capables de grands efforts, avaient montré que les lamelles du tissu spongieux changent de disposition et réalisent un nouveau mode de résistance. Il faut donc avoir toujours sous les yeux la diminution de force du moignon et sa moindre vitalité.

2° *Troubles sensitifs dus à l'amputation.* — Du point de vue de l'évolution nerveuse, tout amputé possède un *champ de sensibilité réduit.* La somme des sensations, provenant de la surface cutanée du membre mutilé, ne suffit pas à entretenir la marche normale des réactions cellulaires, d'où les troubles trophiques constatés, car les phénomènes nutritifs sont indirectement stimulés par les impressions extérieures venant solliciter l'impulsion nerveuse motrice.

En outre, la *sensibilité* des moignons, au contact ou à la pression, est *affaiblie*, et les centres nerveux, séparés de leurs connexions anatomiques normales, traduisent faussement les sensations.

a. Sensibilité des moignons. — En effet, la section transversale d'un moignon est assez peu sensible au toucher. L'exploration, faite à l'*esthésiomètre* (type Weber, à deux pointes d'ivoire), montre qu'il faut écarter les pointes à 20^{mm} environ pour les rendre perceptibles, alors que sur les doigts

2^{mm} suffisent. Malgré cette *hypoesthésie* la section est plus sensible au voisinage de la *cicatrice* qu'à la surface latérale du moignon. Ainsi, un amputé de bras, au tiers moyen, donnera : près de la cicatrice, 17^{mm}; bords, 22^{mm}; surface latérale, 30^{mm}.

Quand il existe un *lambeau terminal*, sa sensibilité est confuse; elle est parfois négligeable, et c'est là que l'on constate de la dégénération grasse.

Un second trait important est celui du *rejet latéral*. On touche un point de la surface transversale; c'est en un point de la surface latérale, situé sur la génératrice voisine de l'endroit touché, que la sensation tactile est perçue. Elle est perçue d'autant plus loin de la section que l'amputation est plus récente et le moignon plus atrophié.

Le phénomène du rejet est constant chez les amputés de bras ou de jambes, mais point définitif.

L'*éducation et la réadaptation sensitives* des moignons corrigent les erreurs de localisation. On y arrive par des *exercices convenablement réglés*. L'amputé actionne, avec son moignon, la *gouttière du cycle ergométrique*, en surmontant des résistances graduellement variables. L'intelligence et l'attention aident à lui faire apprécier ces variations.

Au moyen d'un petit *dynamomètre de pression*, on reconnaît aussi que le moignon réagit diversement suivant les points impressionnés : au voisinage de la cicatrice, il suffira d'une pression inférieure de 20 *grammes*, en moyenne, à celle que réclament les bords, et de 75^{g} à celle que nécessite la surface latérale. Et le phénomène du rejet se manifeste tant que la valeur absolue de la pression ne dépasse pas 300^{g}. L'éducation sensitive a raison de cette hypoesthésie dynamique.

b. Phénomène de Weir-Mitchell. — Les amputés offrent une autre particularité, sur laquelle Weir-Mitchell a insisté le premier (1867). Il s'agit de l'*illusion* qu'ils ont tous de sentir encore et de posséder le segment de membre absent, qu'ils localisent *plus près* de leur moignon qu'il ne l'était dans la réalité; cette illusion est précédée par un « fourmillement » siégeant tout près de la cicatrice.

Admettant la *persistance*, *toute la vie*, de cette hallucination, le savant américain avait conclu que l'origine de tous nos actes est *centrale*, cérébrale et nullement périphérique. Nous décidons et concevons nos mouvements sans que rien, du dehors, les provoque; la sensibilité n'y a aucune part.

Mes expériences sont loin de confirmer les vues de Weir-Mitchell. Le

phénomène qu'il a décrit n'est pas permanent; la rééducation le fait disparaître en quelques mois, et le retour au travail quotidien en détruit les dernières traces.

C'est dans l'inaction, l'oisiveté attristée par les soucis, que se manifeste la sensation, parfois douloureuse, du membre « fantôme ». De plus, l'amputé sent *uniquement le segment terminal*, *main ou pied*, jamais un segment intermédiaire; et il les sent tels qu'ils étaient habituellement, *dans l'état dynamique*, la main serrant l'outil de travail, le pied orienté dans la position qu'exigeait le métier. Il n'éprouve pas de fourmillement la nuit, mais ce dernier s'avive au souvenir de la vie professionnelle, de sorte qu'il est déterminé par une *cause morale* et une *cause physiologique*.

Le phénomène de Weir-Mitchell ne vise que la première. Mais la seconde est plus essentielle, et se rapporte au *cycle sensitivo-moteur*. Par cela même que l'éducation sensitive du moignon met fin au rejet latéral et à l'illusion du membre absent, qu'elle corrige parfaitement l'extériorisation, il n'est point douteux que la sensibilité gouverne tous nos actes; la périphérie du corps est en relations physiologiques avec les centres nerveux.

Et la théorie du fourmillement serait la suivante :

La voie sensitive, par laquelle cheminent les impressions, est quelconque. Si, par exemple, la main est amputée, c'est du bras et de l'avant-bras que les impressions parviennent aux centres. La réaction motrice, émanant de ces derniers, s'arrêtera au terme du trajet moteur, ici interrompu par l'amputation. Or la section créée par cette amputation est une surface dont tous les éléments nerveux sont obtus, le plus souvent dégénérés; une telle surface fait *écran*, et alors la réaction motrice met en branle des *fibres récurrentes*, ce qui engendre un fourmillement spécial.

L'expérience démontre que la *rééducation des moignons* améliore leur état physiologique, les réadapte et combat la menace d'une dégénération nerveuse. Elle leur permet d'agir sur les appareils de prothèse avec une force parfaitement nuancée. Cela est très important pour les amputés doubles et les aveugles mutilés.

A ces avantages, précieux pour la chirurgie orthopédique, s'ajoute l'avantage moral de donner aux blessés comme un sentiment de leur force et d'espérance en l'avenir.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de février 1916 (*suite et fin*).

University of Cincinnati. *Publications of the Cincinnati Observatory*, n° 18, Part I, *Catalogue of Proper Motion Stars*. Published by the University, 1915; 1 fasc. in-4°.

University of Nebraska. *Twenty-Eighth annual report of the Agricultural Experiment Station of Nebraska*. Lincoln, Nebraska, U. S. A., 1915; 1 fasc. in-8°.

U. S. A. Department of Commerce. *Geodesy*, special publication, n° 24 : *Triangulation in Alabama and Mississipi*, by Walter F. Reynolds; n° 28 : *Application of the Theory of Least Squares to the Adjustement of Triangulation*, by Oscar S. Adams. Washington, Government printing Office, 1915; 2 vol. in-8° et in-4°.

Observatory of Columbia University. *The Field of* 61 *Cygni*, by Mary Murray Hopkins. New-York, 1915; 1 fasc. in-8°.

U. S. A. National Academy of Sciences. *Memoirs*, Vol. XII and XIII. Washington, 1915; 2 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 22 mai 1916.)

Note de M. *Manne Siegbahn*, Sur l'existence d'un nouveau groupe de lignes, etc. :

Page 787, dernière ligne du deuxième alinéa, *au lieu de* au moins deux, *lire* au moins onze.

(Séance du 29 mai 1916.)

Note de MM. *Sarasin* et *Tommasina*, Constatation d'un troisième effet Volta et confirmation expérimentale de l'explication donnée :

Pages 833 et 834, par suite d'une erreur dans le classement de deux diagrammes, il faut intervertir l'ordre des figures 2 et 4, qui deviennent ainsi respectivement les figures 4 et 2.